



# **La sécurité des installations photovoltaïques:**

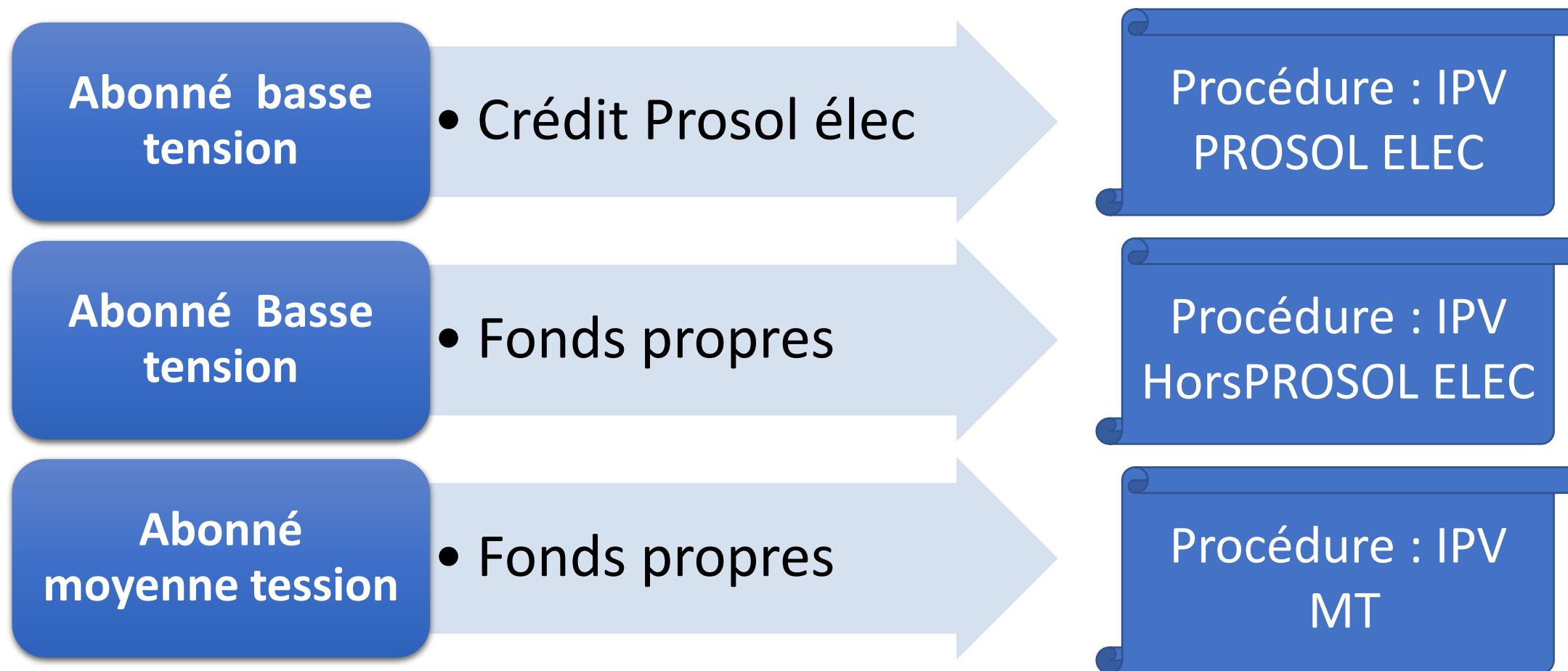
**A- les procédures de traitement des Projets d'IPV;**

**B- les exigences techniques pour la réalisation des IPV.**

Tunis le 23/03/2016



## A- les procédures de traitement des projets d'IPV





# A- les procédures de traitement des projets d'IPV

Étapes de traitement du dossier d'une installations PV PROSOL ELEC

E.1

Le client STEG contracte un installateur photovoltaïque éligible par l'ANME pour la réalisation d'une installation photovoltaïque



E.2

L'installateur dépose, au nom du client, un formulaire de consultation de l'historique du client qui sera rempli et remis à l'installateur dans un délai de 2 jours maximum





# A- les procédures de traitement des projets d'IPV

## Formulaire F1:

## Demande d'historique de consommation électrique

Version en Arabe

Formulaire F1 (Ar)

المطلب للحصول على كشف لإستهلاك الكهرباء

لدراسة إنجاز إضافة محطة فوطوضولية لدراسة إنجاز محطة فوطوضولية

إقليم

إنني الممضي أسفله صاحب بـتـو عـدـد

أرخص لممثل شركة المتحصلة على ترخيص الوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة عدد

الحصول عن طريق إقليم الشركة التونسية للكهرباء والغاز على كشف لإستهلاك الكهرباء المرجع

تاريخ بداية شغل المنزل (إذا كان أقل من سنة).

ملاحظة : إمضاء المنخرط لهذا المطلب لا يلزمه في شيء

حرر بـ تاريخ

إمضاء وطابع الشركة إمضاء المنخرط

البريد الإلكتروني للشركة البريد الإلكتروني للمنخرط

خاص بالشركة التونسية للكهرباء والغاز

نوعية الإستعمال

العدد التسلسلي للعداد

مدة الإستهلاك من إلى

الإستهلاك السنوي

الإستهلاك السنوي الإجمالي (إذا كانت مدة الإستهلاك بين 6 أشهر و سنة)

الإمضاء

حرر من طرف الرقم الآلي تاريخ

تبعاً لمطلبكم، وبناءً على المعلومات المتوفرة لدينا، يشرّفنا إعلامكم بأنكم

مؤهّلون للمشاركة في برنامج PROSOL ELEC بقوة كيلو وات

غير مؤهّلون للمشاركة في برنامج PROSOL ELEC للأسباب التالية

إستهلاك ضعيف

إستهلاك غير منزلي

أسباب أخرى

إمضاء

Imprimer le formulaire

Envoyer par messagerie

Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz - 38 Rue Kamel Ataturk 1080 Tunis - Tél : (+216) 71 341 311 site Web: WWW.steg.com.tn

Version en Français

Formulaire : F1 (Fr)

Demande historique de consommation électrique

pour étude de réalisation d'une IPV pour étude d'extension d'une IPV

District de

Je, Soussigne, CIN N°:

autorise le gérant de la société Ayant l'agrément ANME N°

à consulter auprès du district la STEG l'historique de consommation d'électricité de mon abonnement ayant la référence indiquée ci après:

date d'occupation de la maison (si inférieur à un an):

Fait à: le

Signature de l'abonné Signature et cachet de l'installateur

Important: la signature de cette demande n'engage l'abonné en rien.

Email Abonné Email Installateur

Partie à renseigner par la STEG

N° du compteur Type d'usage

Période de consommation de: Date à Date

Consommation annuelle en KWh Consommation extrapolée en KWh\*

Etablie par Matricule Date

\*: Si période de consommation est comprise entre 6 mois et un an

Suite à votre demande d'adhésion au programme PROSOL ELEC et tenant compte des critères d'admission, nous vous informons que vous êtes:

Eligible au programme PROSOL ELEC pour une installation de KWh

Non Eligible au programme PROSOL ELEC, pour la(les) raison(s) suivante(s):

Consommation faible

Usage non résidentiel

Autres raisons

Signature

Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz - 38 Rue Kamel Ataturk 1080 Tunis - Tél : (+216) 71 341 311 site Web: WWW.steg.com.tn



## A- les procédures de traitement des projets d'IPV

### E.3

L'installateur dépose au district de la STEG gérant le client un dossier (en 2 copies papiers et une copie sur support numérique) composée de deux parties :

- Partie administrative : examinée par la division service à la clientèle
- Partie Technique : examinée par la division technique





# A- les procédures de traitement des projets d'IPV

## Formulaire F3:

## Fiche d'identification d'une installation PV



Projet PROSOL ELEC

Fiche d'Identification d'une Installation PV

REF. STEG

Installateur : ..... Code éligibilité :

Bénéficiaire : ..... N° CIN : .....

Adresse : .....

Ville : ..... Gouvernorat : .....

Code postal : ..... District STEG : .....

Puissance souscrite : ..... kW Consommation annuelle : ..... kWh/an

### Spécifications des modules photovoltaïques :

Marque : ..... Référence : .....

Nombre de modules : ..... Puissance nominale par module : ..... Wc

Surface des modules PV : ..... m<sup>2</sup> **Puissance installée (Wcrête) :** ..... Wc

Orientation des modules : ..... Inclinaison : .....

Lieu d'implantation : .....

**Production prévisionnelle de l'installation solaire :** ..... kWh / an

*NB : Les modules doivent répondre à la norme CEI 61215 ou CEI 61646*

### Spécifications de l'onduleur \*\* :

Marque : ..... Type : .....

Nombre : ..... Puissance par onduleur : ..... W

**\*\* (Les onduleurs doivent répondre à la norme DIN VDE 0126, certificat à l'appui)**

**\*\* Ne rien indiquer si l'onduleur est fourni par la STEG.**



## A- les procédures de traitement des projets d'IPV

### E.4

Si des corrections et/ou complément(s) du dossier sont nécessaires, ils seront demandés à l'installateur par courrier

Sinon le dossier de l'installation est accepté par la STEG

Le district informe, par courrier, l'installateur de l'acceptation de son dossier

Une affaire est créée au niveau du système ALPHA






# A- les procédures de traitement des projets d'IPV

## Formulaire F4:

## Fiche de vérification d'une installation PV

  
Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz  
الشركة التونسية للكهرباء والغاز

Fiche de vérification d'un dossier d'installation photovoltaïque raccordé au réseau

District de .....

Date de dépôt du dossier : le ...../...../..... sous le N° : .....

Formulaire F4

| Identification du site      |  |                                      |  |
|-----------------------------|--|--------------------------------------|--|
| Nom & Prénom Client : ..... |  | Code comptage .....Référence .....   |  |
| Adresse : .....             |  | Consommation annuelle en KWh : ..... |  |
| Installateur : .....        |  | code éligibilité : .....             |  |

| Modules photovoltaïques  |                           |   |   |
|--|---------------------------|---|---|
| Marque : .....   | Référence : .....         | <input type="checkbox"/> Monocristallin | <input type="checkbox"/> Polycristallin |
| Puissance : .....Wc  | $V_{mpp}$ : .....V        | $I_{mpp}$ : .....A                      | Rendement : .....%                      |
| Nombre : .....   | Puissance totale: .....Wc |   |   |
| Homologuée par l'ANME: <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non |                           | référence/date: .....                   |   |

| Onduleur photovoltaïque  |                             |                      |
|--|-----------------------------|----------------------|
| Marque : .....   | Référence : .....           | Puissance : .....KWc |
| Nombre : .....   | Puissance totale : .....KWc |                      |
| Accepté par la STEG: <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non | référence/date: .....       |                      |

| Câblage et protection   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| Parafoudre :côté CC : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non |  | Côté CA <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non |  |
| Protection: côté CC : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non |  | Côté CA <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non |  |
| Distance panneau-onduleur approximative:.....m                                  |  | section câble : .....mm <sup>2</sup>                              |  |

| Etude et documentation   |  |
|--|--|
| Etude électrique (schéma électrique, câblage, perte, chute de tension) fourni: <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non |  |
| Etude de dimensionnement du système fourni: <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non                                    |  |

| Observation générales |  |
|-----------------------|--|
| .....                 |  |
| .....                 |  |
| .....                 |  |
| .....                 |  |

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| Dossier vérifié par : ..... | Matricule..... |
| Signature                   |                |
| Imprimer le formulaire      |                |

Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz - 38 Rue Kamel Ataturk 1080 Tunis - Tél : (+216) 71 341 311 site Web: WWW.steg.com.tn





# A- les procédures de traitement des projets d'IPV

## E.5

L'installateur réalise l'*IPV* conformément aux :

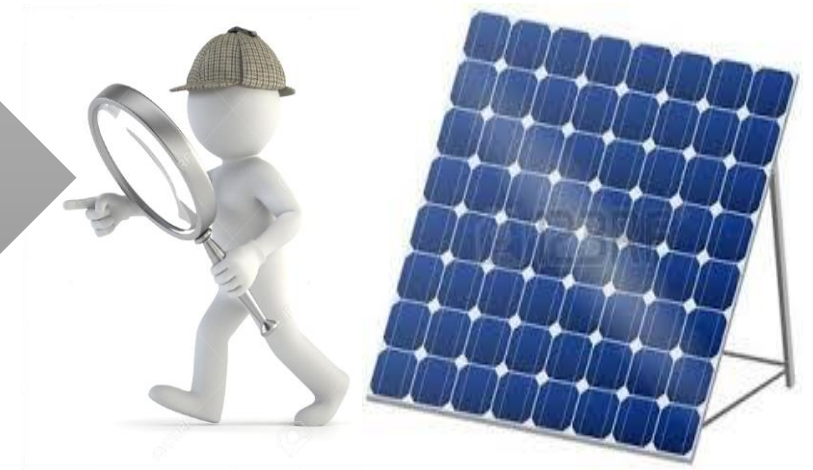
- Dossier accepté par la STEG
- Chapitre 23 du guide technique
- Règles de l'art





## E.6

Après achèvement de l'installation  
l'installateur réalise les essais de vérification  
de l'installation et remplit le formulaire (F7)  
avec les valeurs des mesures réalisés





# A- les procédures de traitement des projets d'IPV

## Formulaire F7

## Rapport d'essais de mes d'une IPV

Les essais de vérification de l'installation se font conformément à la norme EN 62446

Formulaire : F7

Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz  
الشركة التونسية للكهرباء والغاز

### Rapport d'essais de mise en service d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau de la STEG

Direction Régionale de Distribution \_\_\_\_\_ District \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
Nom et prénom du producteur \_\_\_\_\_ Référence STEG \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_ Délégation \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_  
Réalisés par (Installateur): \_\_\_\_\_ Signature \_\_\_\_\_ Contrôlé par (STEG): \_\_\_\_\_ Signature \_\_\_\_\_

**Vérifications et essais à effectuer avant la mise en service (selon le cahier des conditions particulières)**

**A- Vérifications visuelles :**

- A-1. Câbles disposés et protégés dans des chemins de câble appropriés .
- A-2. Respect des dispositions de montage et fixation des modules.
- A-3. Orientation des modules conforme au dossier technique.
- A-4. Pas d'obstacle provoquant un d'ombrage important des modules.
- A-5. Existence de formation de boucles dans les câbles DC.
- A-6. Protection des appareils de commande et de l'onduleur contre les intempéries (selon degrés de protection IP).

**B- Essais et mesures :** (pour toutes les mesures de tension ou de courant il y a lieu d'utiliser les équipements de sécurité individuels et les appareils de mesures appropriés).

- B-1. Essai de continuité du circuit de mise à la terre: un essai de continuité doit être effectué sur l'ensemble du circuit de mise à la terre (résultat: Valeur maximale 1 Ohm pour un courant de mesure de 200mA).
- B-2. Mesure de polarité et de la tension à vide (Voc): la tension à vide d'une chaîne est mesurée avec un appareil adapté (voltmètre DC), la tension doit être comparable à la tension fournie par le fabricant ( corrigée en fonction de la température et l'éclairement).
- B-3. Mesure du courant  $I_{sc}$  et/ou de service: le courant doit être mesuré avec une pince ampèremétrique pour DC , le courant mesuré doit être comparable au courant donné par le fabricant (corrigé en fonction de l'éclairement).
- B-4. Mesure de l'isolement du circuit DC: la mesure d'isolement sera effectuée entre la terre (câble de mise à la terre) et les polarités positive et négative à l'aide d'un Mégohmmètre approprié. La tension de mesure est fonction de la tension de la chaîne:

| (Tension de la chaîne) x 1,25 (V) | Tension d'essai (V) | Résistance d'isolement mini (MΩ) |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| <120                              | 250                 | 0,5                              |
| de 120 à 500                      | 500                 | 1                                |
| > 500                             | 1000                | 1                                |

- B-5. Essai fonctionnel des appareils de commande: il s'agit de vérifier la fonctionnalité des différents appareils de commande (sectionneur, interrupteur, fusible déconnectables, parafoudre, disjoncteur etc.).
- B-6. Essai de la protection de découplage de l'onduleur: il s'agit de vérifier que l'onduleur se découple en cas d'absence de la tension du réseau. S'il existe plusieurs onduleurs, il y a lieu de les vérifier individuellement.

**Rapport d'essai**

| Chaîne N°  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | -- | n |
|--|---|---|---|---|---|---|----|---|
| Continuité du circuit de mise à la terre   |   |   |   |   |   |   |    |   |
| Mesure de polarité et de la tension à vide   |   |   |   |   |   |   |    |   |
| Mesure du courant $I_{sc}$ <input type="checkbox"/> I service <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |   |   |    |   |
| Mesure d'isolement du circuit DC   |   |   |   |   |   |   |    |   |
| Essai fonctionnel des appareils  |   |   |   |   |   |   |    |   |
| Essai de découplage des onduleurs  |   |   |   |   |   |   |    |   |



# A- les procédures de traitement des projets d'IPV

## E.7

L'installateur dépose une demande de réception en déposant au BO du district:

- le formulaire F5 : demande de réception et de mise en service d'une installation photovoltaïque accompagné du
- formulaire F7 : Formulaire d'essai de mise en service d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau électrique)

**Formulaire F5**  
**Rapport d'essai de mise en service d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau de la STEG**

Département Régional de Distribution : \_\_\_\_\_ District : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_  
Noms et prénoms du producteur : \_\_\_\_\_ Référence STEG : \_\_\_\_\_ Ville : \_\_\_\_\_  
Adresse : \_\_\_\_\_ Délégation : \_\_\_\_\_ Signature : \_\_\_\_\_ Contrôle par (STEG) : \_\_\_\_\_

**Vérifications et essais à effectuer avant la mise en service (selon le cahier des conditions particulières)**

**A. Vérifications visuelles :**  
A.1. Câbles disposés et protégés dans des chemins de câbles appropriés.  
A.2. Respect des dispositions de montage et fixation des modules.  
A.3. Orientation des modules conforme au dossier technique.  
A.4. Pas d'obstacle provoquant un éblouissement important des modules.  
A.5. Présence du bornier de liaison dans les câbles DC.  
A.6. Remplacement des appareils de commande et de l'onduleur contre les intempéries (surtout degrés de protection IP).

**B. Essais et mesures :** Pour toutes les mesures de tension ou de courant il y a lieu d'utiliser les équipements de sécurité individuels et les appareils de mesures appropriés.  
B.1. Essai de continuité du circuit des câbles à la terre: un essai de continuité doit être effectué sur l'ensemble du circuit de mise à la terre installé. Valeur maximale 1 Ohm pour un courant de mesure de 200mA.  
B.2. Mesure de polarité et de la tension à vide (DC) : la tension à vide d'une chaîne est mesurée avec un appareil adapté (protecteur DC), la mesure doit être comparée à la tension fournie par le fabricant (l'origine est fonction de la température et l'insolation).  
B.3. Mesure du courant Ioc : après le service, le courant doit être mesuré avec une pince ampèremétrique pour DC, le courant mesuré doit être comparable au courant donné par le fabricant (l'origine est fonction de la température).  
B.4. Mesure de l'isolation du circuit DC : la mesure d'isolation sera effectuée entre la terre (câble de mise à la terre) et les polarités positive et négative à l'aide d'un mégohmmètre approprié. La tension de mesure est fonction de la tension de la chaîne.

| (Tension de la chaîne) x 1,25 (V) | Tension d'essai (V) | Résistance d'isolement mini (MΩ) |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| <120                              | 250                 | 1                                |
| de 120 à 500                      | 500                 | 1                                |
| > 500                             | 1000                | 1                                |

**B.5. Essai fonctionnel des appareils de commande :** Il s'agit de vérifier la fonctionnalité des différents appareils de commande (sectionneur, interrupteur, fusible disjoncteur, parafoudre, disjoncteur, etc.).  
**B.6. Essai de la protection de découplage de l'onduleur :** Il s'agit de vérifier que l'onduleur se découple en cas d'absence de la tension du réseau. S'il existe plusieurs onduleurs, il y a lieu de les vérifier individuellement.

**Rapport d'essai**

| Chaîne N°                                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ... | n |
|--|---|---|---|---|---|---|-----|---|
| Continuité du circuit de mise à la terre   |   |   |   |   |   |   |     |   |
| Mesure de polarité et de la tension à vide |   |   |   |   |   |   |     |   |
| Mesure du courant Ioc : " " service " "    |   |   |   |   |   |   |     |   |
| Mesure d'isolation du circuit DC           |   |   |   |   |   |   |     |   |
| Essai fonctionnel des appareils            |   |   |   |   |   |   |     |   |
| Essai de découplage des onduleurs          |   |   |   |   |   |   |     |   |

## E.8

- L'installateur paye les frais de gestion du dossier et de réception technique (47,2 +59 =106,200 DT TTC) (Police crée)
- Le client paye les éventuels factures impayés
- Le district fixe un RDV pour la réception et la mise en service dans un délai de 10 jours ouvrable
- Communication de la date du RDV et l'OPIP de remplacement du compteur à la DT (procédure interne district)





# A- les procédures de traitement des projets d'IPV

## Formulaire F5

## Demande de réception et de mise en service d'une IPV

Formulaire F5

Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz  
الشركة التونسية للكهرباء والغاز

**Formulaire F5**

**Demande de réception et de mise en service d'une installation photovoltaïque**

DISTRICT  Date

**I-IDENTIFICATION DE L'INSTALLATEUR**

Raison sociale  Date, signature et Cachet

Agrément ANM N°  TL N°  Fax N°

Adresse

**II-IDENTIFICATION DE L'INSTALLATION**

☐ Abonné raccordé au réseau Basse Tension

☐ PROSOLELEC

☐ Hors PROSOLELEC

☐ Abonné raccordé au réseau Moyenne Tension

Puissance de l'installation en kWc

Puissance de l'onduleur en kW

**III-IDENTIFICATION DE L'ABONNE**

Nom et Prénom

Référence Abonnement  TL N°

Adresse

Délégation  Ville

**USAGE**

☐ Résidentiel

☐ Commercial

☐ Industriel

☐ Agricole

☐ Autre

**Partie réservée au District**

☐ RDV accordé

☐ RDV retardé pour les raisons suivantes

Réception technique N°

Date, signature et Cachet

Date programmée pour la réception technique

Réinitialiser le formulaire

Imprimer le formulaire





## A- les procédures de traitement des projets d'IPV

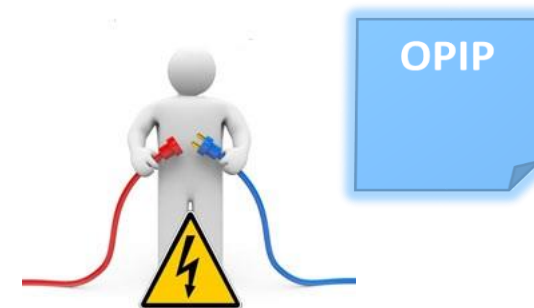
E.9

L'équipe de la STEG réalise la réception technique en présence du « client » et de l'installateur



E.10

S'il n'y a pas de réserves « bloquantes » l'équipe de la STEG remplace le compteur existant par un compteur bidirectionnel le même jour ou dans un délai de 72 h  
- Une copie du contrat signée par la STEG est remise à l'installateur





# A- les procédures de traitement des projets d'IPV

## Formulaire F7

## Rapport d'essais de mes d'une IPV

Formulaire F6

Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz  
الشركة التونسية للكهرباء والغاز

**Procès Verbal  
de réception technique et de mise en service d'une installation  
photovoltaïque raccordée au réseau de la STEG**

Direction Régionale de Distribution  District  Date

Nom du producteur  Référence STEG  Latitude  Installateur   
Adresse  Longitude  N° d'Agrément

Nouvelle IPV ☐ Puissance crête de l'installation en kWc:  Σ Puissances de tous les onduleurs en KW:   
Extension ☐ Marque/Type de(s) onduleur(s)  Nombre d'onduleurs   
N° de série de(s) onduleur(s)   
Marque/Type/puissance unitaire Modules  Nombre des Modules

**Référence : Guide technique de la Distribution Chapitre 23**

|  | Oui                   | Non                   | BI                    |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A- Modules conformes au dossier technique approuvé                                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| B- Onduleur(s) installé(s) accepté(s) par la STEG  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C- données du site conformes au dossier technique approuvé                               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 1- Modules d'une même chaîne sont de même type et même orientation                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2- Fixation de la structure est conforme au dossier technique approuvé                   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3- Protection mécanique des câbles conforme au dossier technique approuvé                | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4- Section du câble de mise à la terre (câble vert jaune) $\geq 6 \text{ mm}^2$          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5- Section du câble de liaison inter-modules $\geq 2.5 \text{ mm}^2$ (ou équivalent Alu) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6- Présence d'un parafoudre DC   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7- Présence d'un parafoudre AC   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8- Présence et accessibilité d'un organe de sectionnement coté DC                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9- Présence et accessibilité d'un organe de sectionnement et de protection AC            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10- Structure et accessoires sont en acier galvanisé ou en aluminium                     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11- Présence des étiquettes de signalisation   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12- Présence d'un deuxième parafoudre DC coté Module (1)                                 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 13- Présence d'un deuxième parafoudre AC coté compteur (2)                               | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 14- Résistance de la terre $\leq 25 \Omega$ (3) Valeur : <input type="text"/> $\Omega$   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 15- Boîtes de connexion conformes au dossier technique approuvé                          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16- Essais de mise en service probants (joindre rapport d'essais)                        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

**Réception Tech. prononcée :** ☐ Oui ☐ Non

N° de série de l'ancien CTR "déposé"  Index KWh

N° de série du nouveau CTR installé

Index Imp.  Index Exp.

☐ Compteur installé pour la production PV

N° de série du CTR  Index KWh

**Mise en Service**  
☐ Oui ☐ Non

Date

(1), (2): longueur liaison c.f. UTE C15 712 1 BI: réserve bloquante ⚠ Imp: import électricité Exp: export électricité  
(3): Si paratonnerre sur le Bâtiment < 10  $\Omega$

| Client ou son représentant                     | Représentant de l'installateur                 | Représentant(s) STEG                              |
|--|--|---|
| Nom et prénom <input type="text"/>             | Nom et prénom <input type="text"/>             | Nom et prénom / Matricule <input type="text"/>    |
| date, Signature et Cachet <input type="text"/> | date, Signature et Cachet <input type="text"/> | Nom et prénom / Matricule <input type="text"/>    |
|  |  | date, Signature(s) et Cachet <input type="text"/> |

Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz - 38 Rue Kamel Ataturk 1080 Tunis - Tél : (+216) 71 341 311 site Web: WWW.steg.com.tn



# A- les procédures de traitement des projets d'IPV

E.11

Les données de l'installation sont saisies au niveau de l'application ALPHA et SUIVIPRO



E.12

Le dossier de l'installation est transmis à la direction commerciale pour déblocage du crédit au profit de l'installateur (Formulaire d'adhésion au PROSOL ELEC et souscription d'un crédit bancaire + fiche de réception et de mise en service de l'installation)

Formulaire d'adhésion au programme PROSOL ELECTRIQUE ET DE SOUSCRIPTION A UN CREDIT BANCAIRE

Je soussigné, Titulaire de la Carte d'identité Nationale n° \_\_\_\_\_ Délivré le : \_\_\_\_\_ Sexe : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Code Postal : \_\_\_\_\_ Téléphone : \_\_\_\_\_ Profession : \_\_\_\_\_

**Procès Verbal de réception technique et de mise en service d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau de la STEG**

Direction Régionale de Distribution \_\_\_\_\_ District \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Nom du producteur \_\_\_\_\_ Référence STEG \_\_\_\_\_ Latitude \_\_\_\_\_ Installateur \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_ Longitude \_\_\_\_\_ N° d'Agrément \_\_\_\_\_

Nouvelle IPV \_\_\_\_\_ Puissance crête de l'installation en kWc: \_\_\_\_\_ Σ Puissances de tous les onduleurs en KW: \_\_\_\_\_

Extension \_\_\_\_\_ Marque/Type de(s) onduleur(s) \_\_\_\_\_ Nombre d'onduleurs \_\_\_\_\_

N° de série de(s) onduleur(s) \_\_\_\_\_

Marque/Type/puissance unitaire Modules \_\_\_\_\_ Nombre des Modules \_\_\_\_\_

Référence : Guide technique de la Distribution Chapitre 23

|   | Oui                   | Non                   | BI                    | Réserve               |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A- Modules conformes au dossier technique approuvé                            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| B- Onduleur(s) installé(s) accepté(s) par la STEG                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| C- données du site conformes au dossier technique approuvé                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 1- Modules d'une même chaîne sont de même type et même orientation            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2- Fixation de la structure est conforme au dossier technique approuvé        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3- Protection mécanique des câbles conforme au dossier technique approuvé     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4- Section du câble de mise à la terre (câble vert jaune) ≥ 6 mm²             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5- Section du câble de liaison inter-modules ≥ 2.5 mm² (ou équivalent Alu)    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6- Présence d'un parafoudre DC  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7- Présence d'un parafoudre AC  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8- Présence et accessibilité d'un organe de sectionnement coté DC             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9- Présence et accessibilité d'un organe de sectionnement et de protection AC | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Réception Tech. prononcée : ☐ Oui ☐ Non

N° de série de l'ancien CTR "déposé" \_\_\_\_\_ Index KWht \_\_\_\_\_

N° de série du nouveau CTR installé \_\_\_\_\_





# A- les procédures de traitement des projets d'IPV

Étapes de Traitement du dossier d'une installations PV PROSOL ELEC

E.13

La Direction Commerciale de la STEG adresse à  
ATTIJARI BANK un ordre de virement au profit de  
l'installateur





## B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

- Normes : Modules PV;  
Onduleurs;  
Câbles etc.  
Dispositifs de coupure, boîtes de connexion, parafoudres etc.
- Guides: UTE 15-712-1 ;  
Chapitre 23 du guide de distribution STEG;
- Règles de l'art pour installations électriques:  
Connexions;  
Mise à la terre;  
Résistance mécanique etc.



### **Règles générales pour les installations BT NF C 15-100**

- ➡ Double isolation;
- ➡ Liaison équipotentielle et Mise à la terre des masses métalliques;
- ➡ Protection différentielle;
- ➡ Signalisation et avertissement;
- ➡ Éloignement des conducteurs nus sous tension.



## B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

Les essais de réception technique: condition nécessaire mais pas suffisante

**Formulaire F7** Rapport d'essais de mes d'une IPV/ vérifications visuelles

**Vérifications et essais à effectuer avant la mise en service** (selon le cahier des conditions particulières)

### **A- Vérifications visuelles :**

- A-1. Câbles disposés et protégés dans des chemins de câble appropriés .
- A-2. Respect des dispositions de montage et fixation des modules.
- A-3. Orientation des modules conforme au dossier technique.
- A-4. Pas d'obstacle provoquant un d'ombrage important des modules.
- A-5. Existence de formation de boucles dans les câbles DC.
- A-6. Protection des appareils de commande et de l'onduleur contre les intempéries (selon degrés de protection IP).



# B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

## Formulaire F7 Rapport d'essais de mes d'une IPV/ vérifications visuelles

| Rapport d'essai  |   |   |   |   |   |   |    |   |
|--|---|---|---|---|---|---|----|---|
| Chaîne N°  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | -- | n |
| Continuité du circuit de mise à la terre   |   |   |   |   |   |   |    |   |
| Mesure de polarité et de la tension à vide   |   |   |   |   |   |   |    |   |
| Mesure du courant<br>Isc <input type="checkbox"/> I service <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |   |   |    |   |
| Mesure d'isolement du circuit DC   |   |   |   |   |   |   |    |   |
| Essai fonctionnel des appareils  |   |   |   |   |   |   |    |   |
| Essai de découplage des onduleurs  |   |   |   |   |   |   |    |   |



## B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

### Formulaire F7

Vérifier que les câbles DC posés, en apparent, en fonction des contraintes (protection rongeurs et mécanique, conditions climatiques, accès, incendies, mode de pose, échauffement, indice IP, etc..) et que toutes les connexions de la partie DC sont faites par des connecteurs ayant les caractéristiques minimales suivantes:

- Degré de protection minimal : IP 55
- Chaque couple mâle/femelle doit être de même marque et de même type
- Sertissage avec un outil validé par le constructeur



exemple de connecteur DC pour installations photovoltaïque





## B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

### Formulaire F7

#### **Vérifications et essais à effectuer avant la mise en service** (selon le cahier des conditions particulières)

##### **A- Vérifications visuelles :**

- A-1. Câbles disposés et protégés dans des chemins de câble appropriés .
- A-2. Respect des dispositions de montage et fixation des modules.
- A-3. Orientation des modules conforme au dossier technique.
- A-4. Pas d'obstacle provoquant un d'ombrage important des modules.
- A-5. Existence de formation de boucles dans les câbles DC.
- A-6. Protection des appareils de commande et de l'onduleur contre les intempéries (selon degrés de protection IP).

L'orientation optimal est le plein Sud (sauf présence d'obstacle)





# B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

## Formulaire F7

**Vérifications et essais à effectuer avant la mise en service** (selon le cahier des conditions particulières)

### A- Vérifications visuelles :

- A-1. Câbles disposés et protégés dans des chemins de câble appropriés .
- A-2. Respect des dispositions de montage et fixation des modules.
- A-3. Orientation des modules conforme au dossier technique.
- A-4. Pas d'obstacle provoquant un d'ombrage important des modules.
- A-5. Existence de formation de boucles dans les câbles DC.
- A-6. Protection des appareils de commande et de l'onduleur contre les intempéries (selon degrés de protection IP).







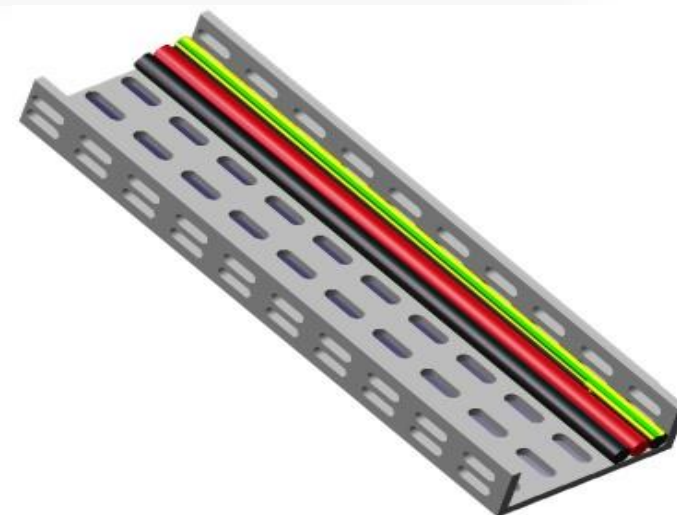
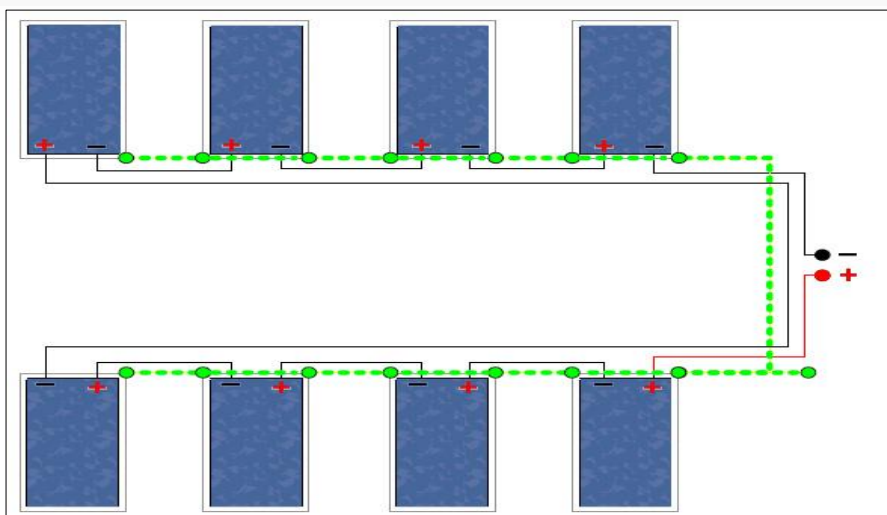
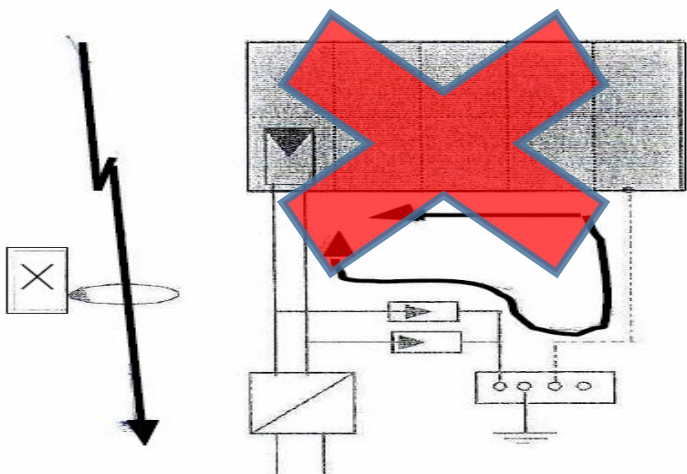
# B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

## Formulaire F7

### Vérifications et essais à effectuer avant la mise en service (selon le cahier des conditions particulières)

#### A- Vérifications visuelles :

- A-1. Câbles disposés et protégés dans des chemins de câble appropriés .
- A-2. Respect des dispositions de montage et fixation des modules.
- A-3. Orientation des modules conforme au dossier technique.
- A-4. Pas d'obstacle provoquant un d'ombrage important des modules.
- A-5. Existence de formation de boucles dans les câbles DC.
- A-6. Protection des appareils de commande et de l'onduleur contre les intempéries (selon degrés de protection IP).





# B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

## Formulaire F7

### Vérifications et essais à effectuer avant la mise en service (selon le cahier des conditions particulières)

#### A- Vérifications visuelles :

- A-1. Câbles disposés et protégés dans des chemins de câble appropriés .
- A-2. Respect des dispositions de montage et fixation des modules.
- A-3. Orientation des modules conforme au dossier technique.
- A-4. Pas d'obstacle provoquant un d'ombrage important des modules.
- A-5. Existence de formation de boucles dans les câbles DC.

A-6. Protection des appareils de commande et de l'onduleur contre les intempéries (selon degrés de protection IP).

L'emplacement des équipements conditionne leurs degrés de protection

Exemple le degré de protection des onduleurs est au moins IP 54 (suivant la Norme CEI 60529)

| TABLEAU DE CLASSE DE PROTECTION                            |  |   |   |
|--|--|---|---|
| PROTECTION CONTRE UNE INTRUSION DE CORPS ETRANGERS SOLIDES |  | PROTECTION CONTRE UNE INTRUSION DE CORPS ETRANGERS LIQUIDES |   |
| 0  | Aucune protection  | 0   | Aucune protection   |
| 1  | Protection contre les corps étrangers > 50mm                           | 1   | Protection contre les gouttes verticales                            |
| 2  | Protection contre les corps étrangers > 12,5mm                         | 2   | Protection contre les gouttes obliques (inclinaison maximale 15°)   |
| 3  | Protection contre les corps étrangers > 2,5mm                          | 3   | Protection contre la pluie (inclinaison maximale de 60°)            |
| 4  | Protection contre les corps étrangers > 1mm                            | 4   | Protection contre les éclaboussements de toutes les directions      |
| 5  | Protection contre la poussière fine (talc...) ou de corps non visible. | 5   | Protection contre une eau projetée par une lance de 6,3mm à 0,3 bar |
| 6  | Protection contre la poussière fine, non visible, même microscopique   | 6   | Protection contre une eau projetée par une lance de 12,5mm à 1 bar  |
|  |  |   | Protection contre une immersion totale à                            |



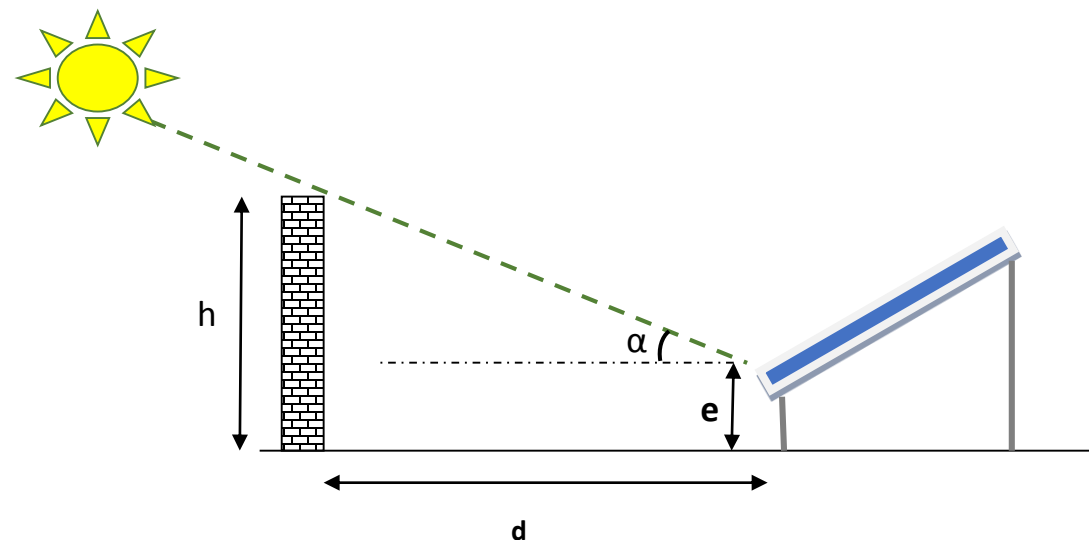
# B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

## Le chapitre 23

Avec la nouvelle mise à jour du chapitre 23

**Distances à respecter en présence d'un obstacle**

$$d = \frac{h - e}{\tan \alpha}$$
$$\approx 2 (h - e)$$



*$\alpha$  est l'angle azimut permettant l'ensoleillement de la surface totale du panneau le 21 décembre à 10h:00 du matin ( 27°C en Tunisie (Données <http://www.sunearthtools.com>)*

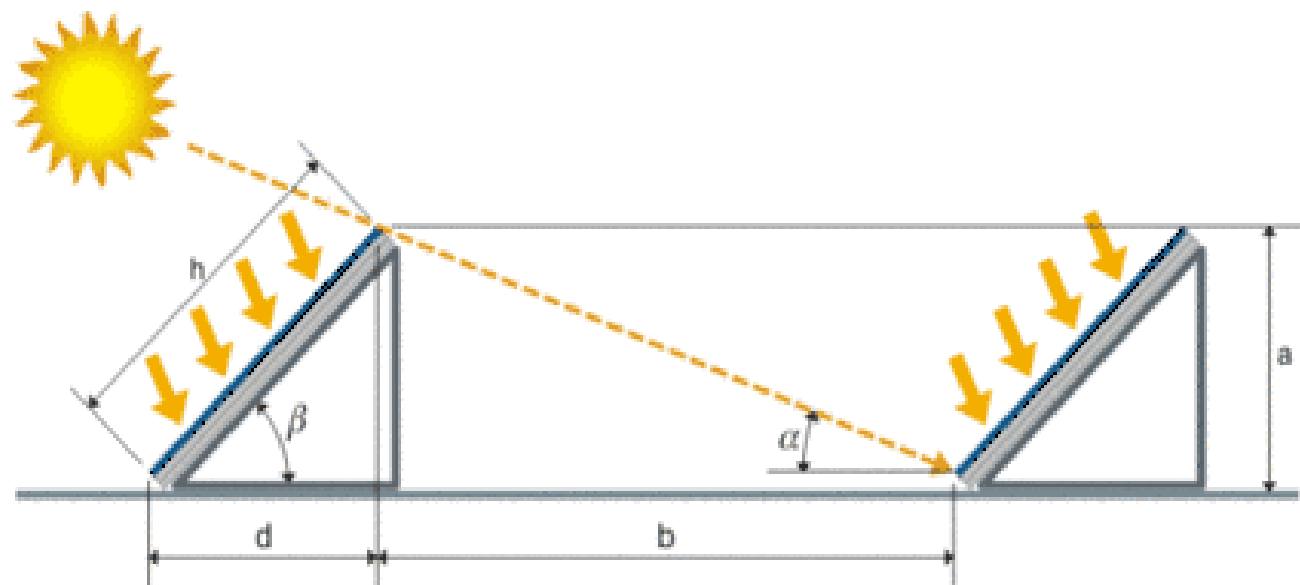


# B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

## Le chapitre 23

Avec la nouvelle mise à jour du chapitre 23

**Distances inter-rangées à respecter**



$$\text{Entre Axe : } d + b = h(\cos \beta + \frac{\sin \beta}{\tan \alpha})$$

$$\approx 2 h$$



## B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

### Le chapitre 23

Avec la nouvelle mise à jour du chapitre 23

### Mise à la terre des modules

La connexion de la terre sur le cadre du module doit se faire par boulonnage inox

Le cuivre ne pouvant être en contact avec l'aluminium, on utilise des cosses étamées ou des rondelles bimétal







## B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

### Le chapitre 23

Avec la nouvelle mise à jour du chapitre 23

### Mise à la terre des modules

Les cadres des modules sont très souvent anodisés . Et il faut donc la gratter pour assurer la conduction. Pour cela le plus simple est d'utiliser des rondelles/écrous crantés qui font le travail lors du serrage





# B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

## Formulaire F7

**B- Essais et mesures :** (pour toutes les mesures de tension ou de courant il y a lieu d'utiliser les équipements de sécurité individuels et les appareils de mesures appropriés).

B-1. Essai de continuité du circuit de mise à la terre: un essai de continuité doit être effectué sur l'ensemble du circuit de mise à la terre (résultat: Valeur maximale 1 Ohm pour un courant de mesure de 200mA).

B-2. Mesure de polarité et de la tension à vide (Voc): la tension à vide d'une chaîne est mesurée avec un appareil adapté (voltmètre DC), la tension doit être comparable à la tension fournie par le fabricant ( corrigée en fonction de la température et l'éclairement).

B-3. Mesure du courant  $I_{sc}$  et/ou de service : le courant doit être mesuré avec une pince ampèremétrique pour DC , le courant mesuré doit être comparable au courant donné par le fabricant (corrigé en fonction de l'éclairement).

B-4. Mesure de l'isolement du circuit DC: la mesure d'isolement sera effectuée entre la terre (câble de mise à la terre) et les polarités positive et négative à l'aide d'un Mégaohmètre approprié. La tension de mesure est fonction de la tension de la chaîne:

| (Tension de la chaîne) x 1,25 (V) | Tension d'essai (V) | Résistance d'isolement mini<br>(M $\Omega$ ) |
|-----------------------------------|---------------------|--|
| <120                              | 250                 | 0,5  |
| de 120 à 500                      | 500                 | 1  |
| > 500                             | 1000                | 1  |

B-5. Essai fonctionnel des appareils de commande: il s'agit de vérifier la fonctionnalité des différents appareils de commande (sectionneur, interrupteur, fusible déconnectables, parafoudre, disjoncteur etc.)

B-6. Essai de la protection de découplage de l'onduleur: il s'agit de vérifier que l'onduleur se découple en cas d'absence de la tension du réseau. S'il existe plusieurs onduleurs, il ya lieu de les vérifier individuellement.



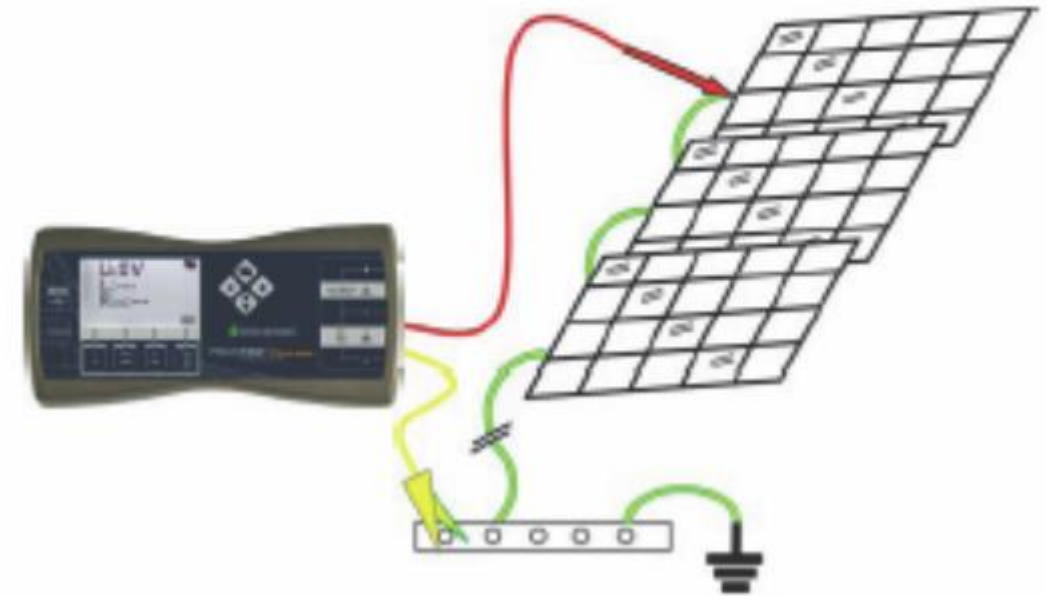
## B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

### Formulaire F7

#### B1 : Essai de continuité du circuit de la mise à la terre

Le contrôle des continuités doit être réalisé sous tension et courant de mesure spécifique (4 / 24 V ; 200 mA). A ce titre, des appareils dédiés à cette opération doivent être utilisés.

La valeur maximale autorisée est  $1\Omega$





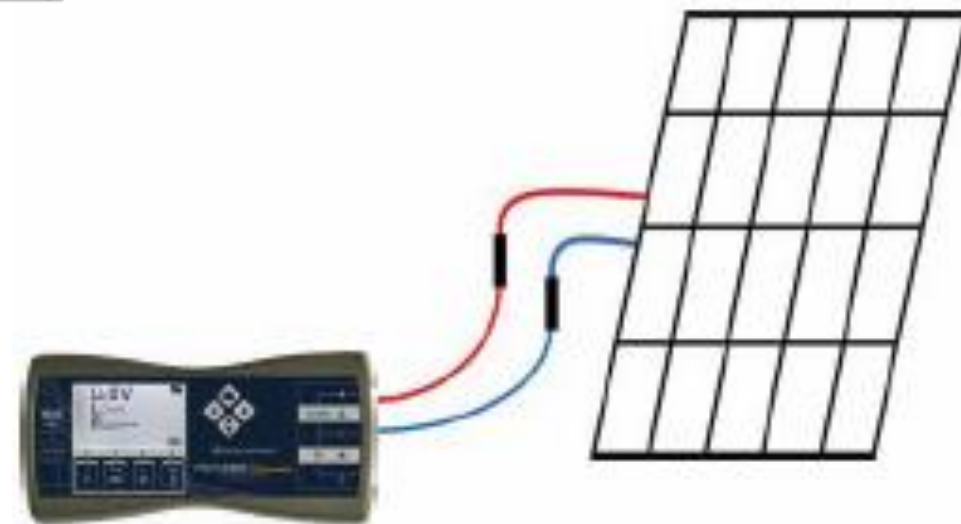


## B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

### Formulaire F7

#### **B2 : Mesure de polarité de la tension à vide ( $V_{oc}$ )**

doit être réalisé avec un appareil approprié et comparé avec les valeurs prévues selon le dimensionnement de l'installation. Une différence pour faire apparaître un problème au niveau du câblage (panneaux croisés ou défectueux et également mauvaise répartition dans les chaînes). Les câbles doivent être référencés selon le numéro de chaîne et leurs polarités



#### **B3 : Mesure du courant de service**

doit être réalisé lors d'un éclairage stable et permet de détecter des anomalies au niveau du câblage et de la connectique. Pour la mesure du courant de service, une pince ampère-métrique appropriée suffit.



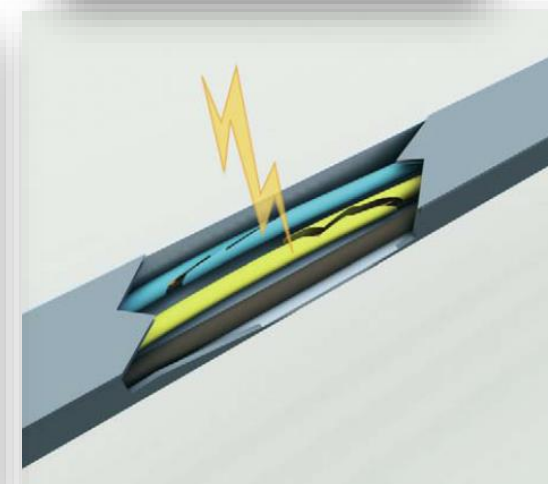
# B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

## Formulaire F7

### B4 : Mesure de l'isolement du circuit DC

- les conducteurs sont normalement isolés entre eux.
- Lorsque la qualité des isolants s'altère, des courants de fuite peuvent apparaître entre les conducteurs.
- Ces défauts peuvent avoir des conséquences graves d'une part pour les personnes avec le risque de choc électrique, d'autre part pour les biens avec le risque de court-circuit pouvant induire un incendie.

| (Tension de la chaine) x 1,25 (V) | Tension d'essai (V) | Résistance d'isolement mini<br>(M $\Omega$ ) |
|-----------------------------------|---------------------|--|
| <120                              | 250                 | 0,5  |
| de 120 à 500                      | 500                 | 1  |
| > 500                             | 1000                | 1  |





## B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

### Formulaire F7

#### **B5 : Essai fonctionnel des appareils de commande, de coupure et de protection**

les appareillages de connexion et les autres appareillages doivent être soumis à l'essai pour s'assurer de leur fonctionnement correct et qu'ils sont montés et connectés de manière correcte - les onduleurs doivent être vérifiés selon la méthode du fabricant, pour contrôler leur fonctionnement - un essai de perte de réseau doit être réalisé

#### **B5 : Essai de protection de découplage de l'onduleur**

Tous les onduleurs doivent être conforme à la norme VDE 0126-1-1 et donc équipé d'une protection de découplage

Pour certaines installations la protection de découplage est séparée de l'onduleur

Pour les installations raccordés sur le réseau MT, la protection de découplage doit

Satisfaire les exigences techniques de la C15-400



# B - les exigences techniques pour la réalisation d'IPV

## Formulaire F7

Les vérifications à effectuer et à consigner dans le formulaire de la Réception Technique

| Référence : Guide technique de la Distribution Chapitre 23              |  | Oui                   | Non                   | Bl |
|---|--|-----------------------|-----------------------|----|
| Check List  | A- Modules conformes au dossier technique approuvé   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | !  |
|   | B- Onduleur(s) installé(s) accepté(s) par la STEG  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | !  |
|   | C- données du site conformes au dossier technique approuvé                                   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | !  |
|   | 1- Modules d'une même chaine sont de même type et même orientation                           | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | !  |
|   | 2- Fixation de la structure est conforme au dossier technique approuvé                       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |    |
|   | 3- Protection mécanique des câbles conforme au dossier technique approuvé                    | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |    |
|   | 4- Section du câble de mise à la terre (câble vert jaune) $\geq 6 \text{ mm}^2$              | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | !  |
|   | 5- Section du câble de liaison inter-modules $\geq$ à $2.5 \text{ mm}^2$ (ou équivalent Alu) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | !  |
|   | 6- Présence d'un parafoudre DC   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | !  |
|   | 7- Présence d'un parafoudre AC   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | !  |
|   | 8- Présence et accessibilité d'un organe de sectionnement coté DC                            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | !  |
|   | 9- Présence et accessibilité d'un organe de sectionnement et de protection AC                | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | !  |
|   | 10- Structure et accessoires sont en acier galvanisé ou en aluminium                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | !  |
|   | 11- Présence des étiquettes de signalisation   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | !  |
|   | 12- Présence d'un deuxième parafoudre DC coté Module (1)                                     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |    |
|   | 13- Présence d'un deuxième parafoudre AC côté compteur (2)                                   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |    |
| 14- Résistance de la terre $\leq 25 \Omega$ (3) Valeur : ..... $\Omega$ | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | !                     |    |
| 15- Boites de connexion conformes au dossier technique approuvé         | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> |                       |    |
| 16- Essais de mise en service probants (joindre rapport d'essais)       | <input type="radio"/>  | <input type="radio"/> | !                     |    |

(1), (2): longueur liaison c.f. UTE C15 712 1 Bl: réserve bloquante ! Imp: import électricité Exp: export électricité  
(3) : Si paratonnerre sur le Bâtiment  $< 10 \Omega$

**Merci pour votre attention**

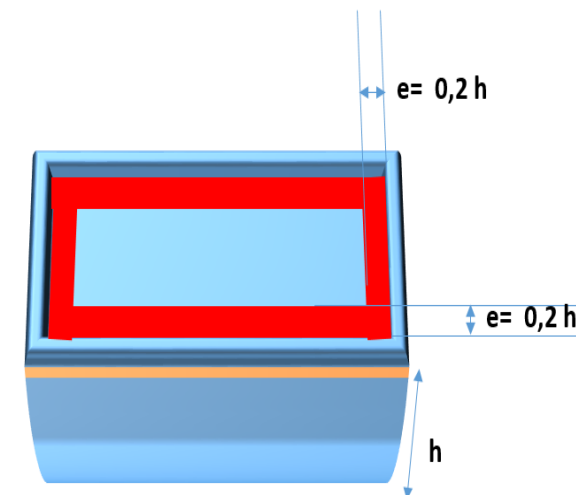
## 2- Fixation de la structure est conforme au dossier technique approuvé

Avec la nouvelle mise à jour du chapitre 23

Résistance aux effets du vent d'une IPV

**Zone d'installation :**

Afin de limiter l'effet du vent sur les panneaux photovoltaïques, il y a lieu d'éviter le placement des panneaux dans une bande de largeur  $0.2h$  sur le périmètre du toit ( $h$  est la hauteur du bâtiment)





## 2- Fixation de la structure est conforme au dossier technique approuvé

Avec la nouvelle mise à jour du chapitre 23

Hypothèses de calcul des ballast des

Pour des raisons de simplification des calculs on prend comme données générales pour la majorité des installations :

- Vent de base : 24 m/s
- Catégorie de rugosité : Ville
- Hauteur de référence jusqu'à 14 mètres



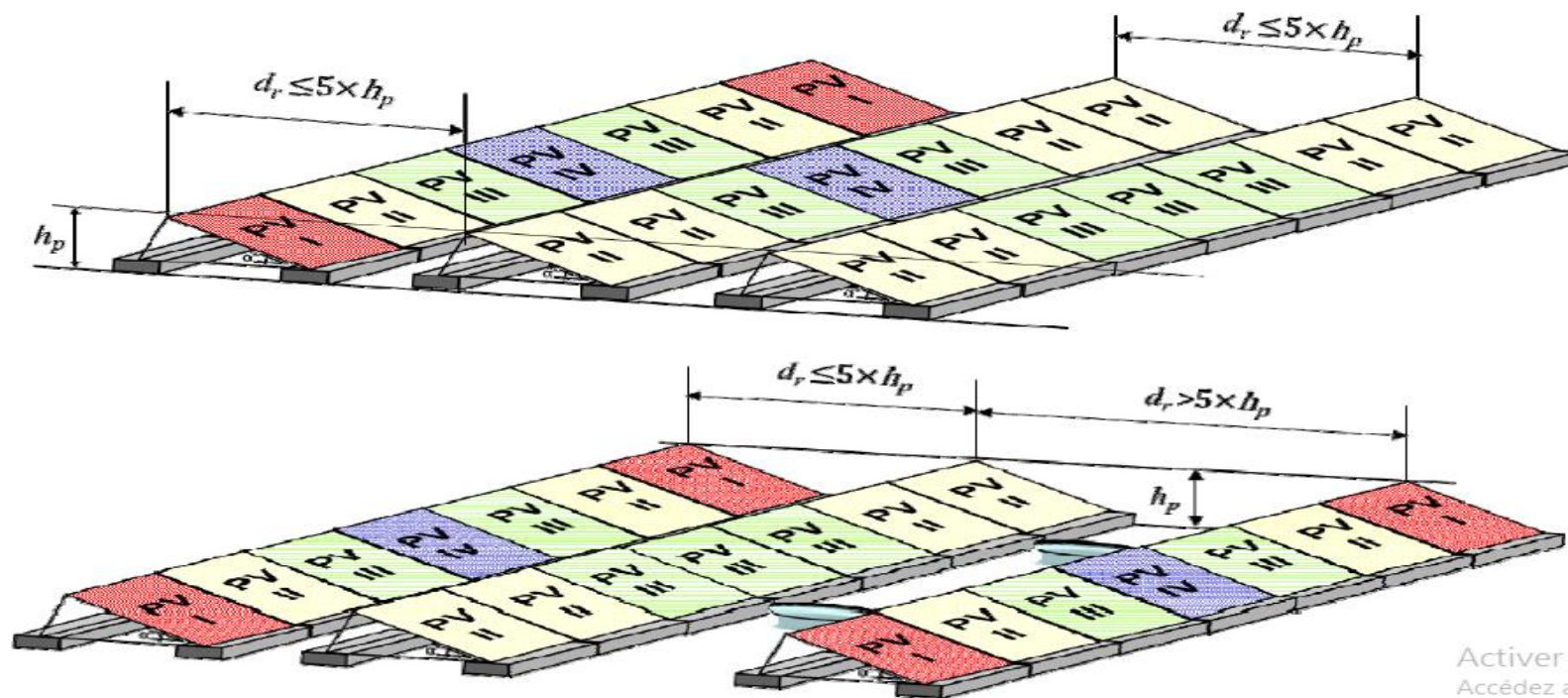
Source : Atlas des énergies pour un monde vivable, Syros, 1994.

## 2- Fixation de la structure est conforme au dossier technique approuvé

Avec la nouvelle mise à jour du chapitre 23

### Classement des zones d'implantation sur un toit

4 zones sont définies en fonction de la position du panneau sur le toit et donc son exposition à la force du vent



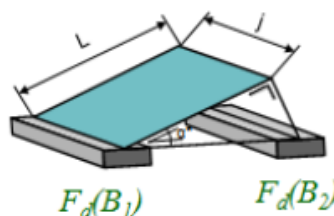
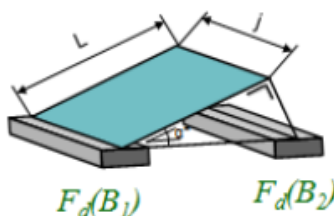
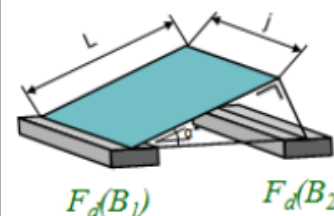
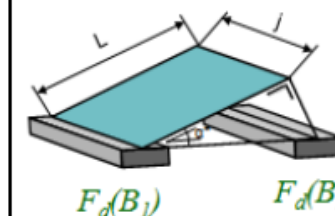
Source : Centre Scientifique et Technique de la Construction



## 2- Fixation de la structure est conforme au dossier technique approuvé

Avec la nouvelle mise à jour du chapitre 23

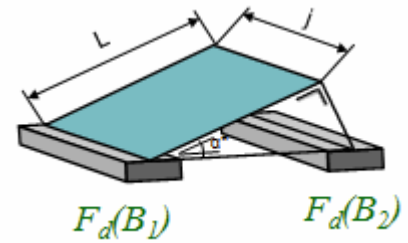
### Calcul des ballast par type d'effet sur l'IPV

| Zones PV  | Zone PV I  | Zone PV II  | Zone PV III   | Zone PV IV  |            |            |            |            |
|---|--|---|---|---|------------|------------|------------|------------|
| Coefficients de force   | $C_{f,PV} = -1,4 / +1,2$   | $C_{f,PV} = -1,12 / +1,08$  | $C_{f,PV} = -0,84 / +0,84$  | $C_{f,PV} = -0,7 / +0,72$   |            |            |            |            |
| L = j = 1m<br>Inclinaison toiture<br>$\alpha' \leq 2^\circ$<br>(3,5 cm/m)<br>Inclinaison du<br>panneau/toiture<br>$\alpha^* = 30^\circ$ |  |  |  |  |            |            |            |            |
| Classe d'exposition au vent 0 : Poids de l'installation $\geq 200 \text{ N/m}^2$  |  |   |   |   |            |            |            |            |
| Pression de calcul du vent<br>$F_d(w) - \text{ELU} [\text{Pa}]$   | -845   | 714   | -676  | 643   | -507       | 500        | -423       | 428        |
|   | $F_d(B_1)$   | $F_d(B_2)$  | $F_d(B_1)$  | $F_d(B_2)$  | $F_d(B_1)$ | $F_d(B_2)$ | $F_d(B_1)$ | $F_d(B_2)$ |
| Ballast au renversement<br>$\text{N}/(\text{m}[j] \times \text{m}[L])$  | 452  | 505   | 336   | 389   | 220        | 273        | 163        | 216        |
| Ballast au soulèvement<br>$(\text{N}/(\text{m}[j] \times \text{m}[L]))$   | 267  | 298   | 192   | 222   | 117        | 145        | 80         | 107        |
| Ballast au glissement<br>$(f = 0,5) - (\text{N}/(\text{m}[j] \times \text{m}[L]))$  | 681  | 761   | 519   | 601   | 356        | 442        | 274        | 363        |

## 2- Fixation de la structure est conforme au dossier technique approuvé

Avec la nouvelle mise à jour du chapitre 23

Calcul des ballast par type d'effet sur l'IP\



Suivant les hypothèses de calcul:

Zone 1 : il y a lieu de placer un Ballast de 68,2 Kg au point A et 76.1 Kg au point B par m<sup>2</sup> pour chaque mètre de panneau

Zone 2: placer un Ballast de 51,9 Kg au point A et 60.1 Kg au point B par m<sup>2</sup> pour chaque mètre de panneau

Zone 3 : placer un Ballast de 35,6 Kg au point A et 44.2 Kg au point B par m<sup>2</sup> pour chaque mètre de panneau

Zone 4 : placer un Ballast de 27,4 Kg au point A et 36.3 Kg au point B par m<sup>2</sup> pour chaque mètre de panneau

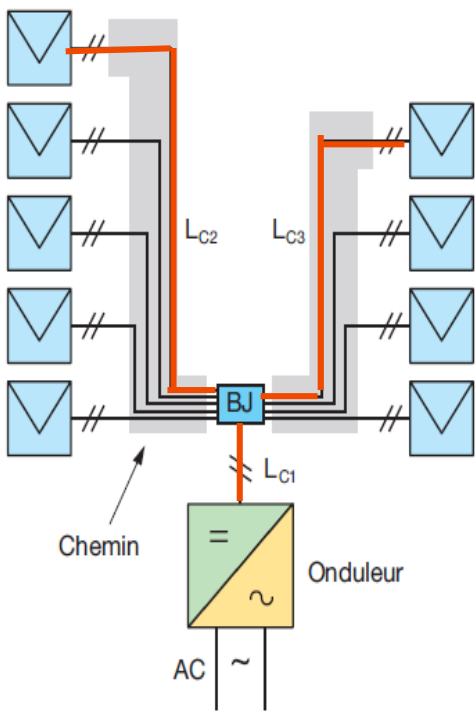
#### **4- Présence d'un parafoudre côté AC et côté DC**

**Nécessité d'installer un parafoudre convenable du côté AC et DC de l'IPV**

# Conditions d'installation des parafoudres suivant la UTE15-712-1 version 2013

## Du côté courant continu

**NB : En cas de cheminement des câbles dans des chemins de câble métalliques raccordés aux conducteur PE Il n'est pas nécessaire d'installer des parafoudre**



**Pour statuer sur la nécessité d'installer un parafoudre du côté DC, il est nécessaire de commencer par le calcul de la distance L avec la formule suivante:**

$$L = L_{c1} + L_{c2} + L_{c3}$$

**En cas de plusieurs onduleurs, la longueur à considérer est la somme de toutes les longueurs L par onduleur**

# Conditions d'installation des parafoudres suivant la UTE 15-712-1 version 2013

Du côté courant continu

**Tableau 9 – Conditions d'installation des parafoudres côté d.c.**

| Type d'installation | Locaux d'habitation individuelle                          | Centrale de production au sol | Bâtiments Tertiaires/Industriels/Agricoles |
|---------------------|---|-------------------------------|--|
| $L_{crit}$ (en m)   | $115/N_g$   | $200/N_g$                     | $450/N_g$                                  |
| $L \geq L_{crit}$   | Parafoudre(s) obligatoire(s) côté d.c. <sup>(1)</sup>     |                               |  |
| $L < L_{crit}$      | Parafoudre(s) non obligatoire(s) côté d.c. <sup>(2)</sup> |                               |  |

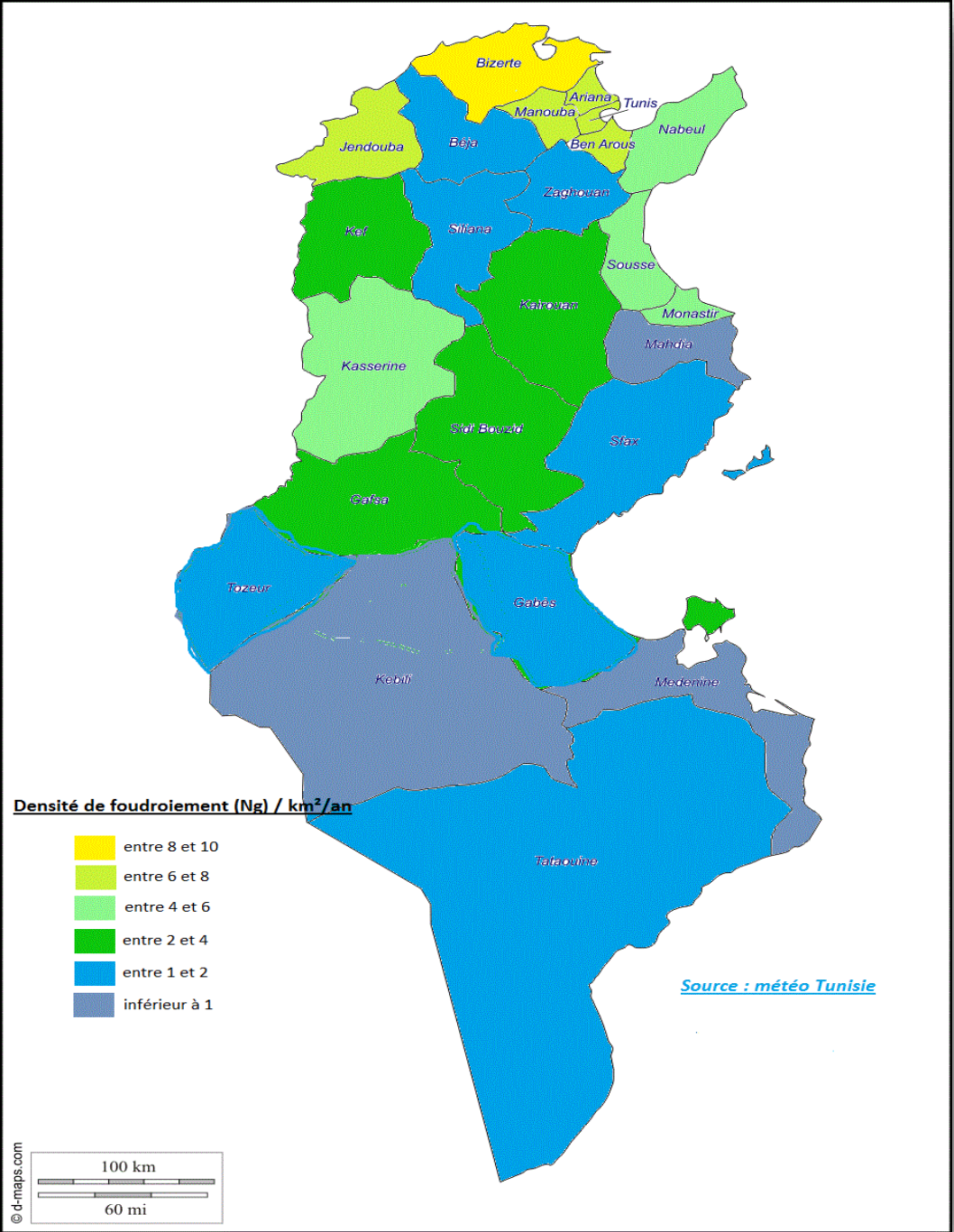
(1) La mise en œuvre de parafoudres peut ne pas être indispensable dans le cas où tous les câbles d.c. sont protégés par des enveloppes métalliques assurant un écran réduisant les effets électromagnétiques.

(2) L'utilisation de parafoudres peut également être nécessaire pour la protection d'installations photovoltaïques dont le coût et l'indisponibilité peuvent être critiques.



# Densité de foudroiement en Tunisie

| Gouvernorat ou région | Niveau Kéraunique | Densité de foudroiement<br>$N_g$ |
|-----------------------|-------------------|----------------------------------|
| Bizerte               | 77                | 7.7                              |
| Béja                  | 11                | 1.1                              |
| Jendouba              | 59                | 5.9                              |
| Grand Tunis           | 59                | 5.9                              |
| Nabeul                | 43                | 4.3                              |
| Zaghouan              | 10                | 1                                |
| Siliana               | 16                | 1.6                              |
| Le Kef                | 23                | 2.3                              |
| Sousse                | 47                | 4.7                              |
| Monastir              | 47                | 4.7                              |
| Kairouan              | 34                | 3.4                              |
| Mahdia                | 5                 | 0.5                              |
| Sfax                  | 14                | 1.4                              |
| Sidi Bouzid           | 22                | 2.2                              |
| Kasserine             | 46                | 4.6                              |
| Gafsa                 | 23                | 2.3                              |
| Gabes                 | 14                | 1.4                              |
| Djerba                | 25                | 2.5                              |
| Medenine              | 4                 | 0.4                              |
| Kebili                | 3                 | 0.3                              |



# Exemple

- Pour une installation photovoltaïque sur un toit à Sfax, la distance critique pour une installation à un seul onduleur et un seul chemin pour les câbles courant continu :
  - $L_{crit} = 115/1,4 = 82$  mètres

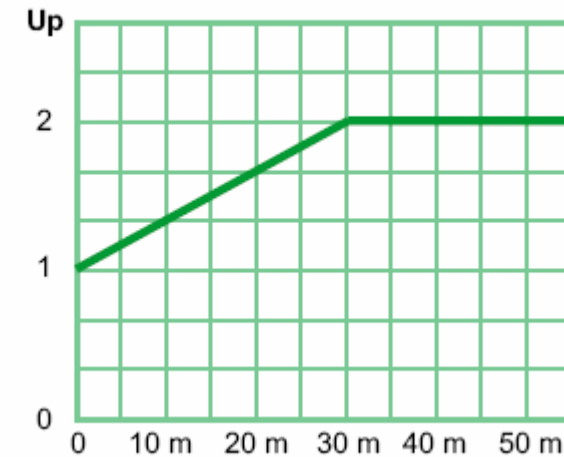
## Condition d'installation d'un deuxième parafoudre du côté DC

**Selon le guide UTE C 61-740-52, la tension vue par les équipements dépend de leur éloignement relatif au parafoudre. Au-delà de 10 m (voir Figures 11 et 12), la valeur de cette tension peut être doublée sous l'effet de résonances (phénomènes d'amplification du fait des fréquences élevées des surtensions d'origine foudre). Dans ce cas, un second parafoudre est nécessaire au plus près des modules si le niveau de protection  $U_p$  du parafoudre localisé à proximité de l'onduleur est supérieur à 50% de la tension de tenue aux chocs du champ photovoltaïque  $U_w$**

## Condition d'installation d'un deuxième parafoudre du côté DC

L'UTE 15-712-1 exige que le niveau de protection du parafoudre ne dépasse pas 80% de la tension de tenue au choc de l'équipement à protéger

**Afin d'assurer la protection contre les surtensions au niveau des modules, lorsque la distance séparant l'onduleur aux modules dépasse 10 m, il y a lieu d'installer des parafoudre dont le niveau de protection ne dépasse pas 50% de la tension de tenue au choc des modules photovoltaïques**



Tension maximale à l'extrémité d'un câble à vide en fonction de la longueur du câble pour un front de tension incident de 4kV/us (document SCHNEIDER)

# Condition d'installation d'un deuxième parafoudre du côté AC

Les modules de classe A couvre les exigences techniques pour la classe de sécurité des modules catégorie II de sécurité (cas de tous les panneaux en Tunisie)

Tableau 10 – Tension assignée de tenue aux chocs  $U_w$

| <i>Tension maximale système inférieure ou égale à [V]</i> | $U_w$ [V]   |                                     |                                |
|---|---|-------------------------------------|--------------------------------|
|   | Module PV de classe A <sup>a)</sup>   | Module PV de classe B <sup>a)</sup> | Convertisseur PV <sup>b)</sup> |
| 100   | 1500  | 800                                 | 2500<br>(exigence minimale)    |
| 150   | 2500  | 1500                                |                                |
| 300   | 4000  | 2500                                |                                |
| 600   | 6000  | 4000                                | 4000                           |
| 1000  | 8000  | 6000                                | 6000                           |
|   | Toutes les tensions sont extraites des normes :<br>a) NF EN 61730-2<br>b) CEI 62109-1 |                                     |                                |



# Conditions d'installation des parafoudres suivant la NFC 15-712-1 version 2013

## Du côté courant alternatif

Les dispositions des articles 443 et 534 de la NF C 15-100 de l'année 2002 s'appliquent.

*article 443 pour les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres*

# Conditions d'installation des parafoudres suivant la NFC 15-712-1 version 2013

## Du côté courant alternatif

**Tableau 44B – Conditions de mise en œuvre des parafoudres**

| Caractéristiques et alimentation du bâtiment  | Densité de foudrolement ( $N_g$ )<br>Niveau kéraunique ( $N_k$ ) |   |
|---|--|---|
|   | $N_g \leq 2,5$<br>$N_k \leq 25$ (AQ1)                            | $N_g > 2,5$<br>$N_k > 25$ (AQ2)           |
| Bâtiment équipé d'un paratonnerre   | Obligatoire <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>                        | Obligatoire <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup> |
| Alimentation BT par une ligne entièrement ou partiellement aérienne <sup>(4)</sup>                        | Non obligatoire <sup>(5)</sup>                                   | Obligatoire <sup>(6)</sup>                |
| Alimentation BT par une ligne entièrement souterraine   | Non obligatoire <sup>(5)</sup>                                   | Non obligatoire <sup>(5)</sup>            |
| L'indisponibilité de l'installation et/ou des matériels concerne la sécurité des personnes <sup>(1)</sup> | Selon analyse du risque  | Obligatoire                               |

Tenant compte du fait que l'installation des paratonnerre est rare en Tunisie, l'application des stipulations de l'UTE 15-712-1 conduit à exiger l'installation des parafoudre du côté AC que pour les clients alimenté en aérien (totalement ou partiellement) des gouvernorat de Bizerte, Grand Tunis, Nabeul, Sousse, Monastir, Kairouan, Jendouba, et Kasserine.

**Toutefois il y a lieu d'exiger l'installation d'un parafoudre AC au niveau de l'onduleur tenant compte des surtensions dû à d'autre phénomènes sur le réseau (sachant que sur le réseau Tunisien les neutres MT et BT sont interconnecté dans une même prise de terre)**

### Niveaux kérauniques en Tunisie

Note - Pour obtenir la densité de foudroiement correspondante ( $N_g$ ), il suffit de diviser  $N_k$  par 10.



## Condition d'installation d'un deuxième parafoudre du côté AC

**Selon le guide UTE C 61-740-52, la tension vue par les équipements dépend de leur éloignement relatif au parafoudre.**

**Au-delà de 10 m, la valeur de cette tension peut être doublée sous l'effet de résonances (phénomènes d'amplification du fait des fréquences élevées des surtensions d'origine foudre). Dans ce cas, un second parafoudre est nécessaire au plus près de l'onduleur si le niveau de protection  $U_p$  du parafoudre localisé à proximité de l'origine de l'installation est supérieur à 50% de la tension de tenue aux chocs de l'onduleur.**

## Condition d'installation d'un deuxième parafoudre du côté AC

L'UTE 15-712-1 exige l'installation d'un deuxième parafoudre lorsque l'onduleur est placé à plus de 10 m de l'origine de l'installation pour assurer la protection de l'onduleur,

Il est rare d'avoir une installation intérieure d'un client protégée initialement par un parafoudre à l'origine et l'installateur doit assurer seulement la sécurité de l'IPV et pas la totalité de l'installation intérieure du client

**En conclusion un seul parafoudre sera exigé du côté CA**



## **Présence et accessibilité d'un organe de coupure DC et de protection coté AC**

La partie DC de l'IPV doit avoir un organe de coupure du côté DC de l'IPV

La partie AC de l'installation doit être protéger par un disjoncteur différentiel

**Merci pour votre attention**